

Н.І. ТРОЦИШИНА

Хмельницький національний університет

І.В. ТРОЦИШИН

Одеська національна академія зв'язку імені О.С. Попова

АТЕНУАТОР-ПОДІЛЬНИК ТРОЦИШИНА ЯК БАЗОВИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ НОВИХ ПРИНЦИПІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЦАП-АЦП

Розглянуто нові принципи та методи побудови ЦАП і АЦП на основі використання в якості базового функціонального елемента атенуатора-подільника Троцишина. Приводяться характеристики ЦАП і АЦП із підвищеною роздільною здатністю при незмінній кількості резисторів. Висувається ідея побудови ЦАП і АЦП із програмованими характеристика перетворення.

Ключові слова: атенуатор-подільник Троцишина, ЦАП, АЦП, характеристика перетворення

Consider new principles and methods of DAC and ADC based on the use as a base functional element attenuator-divider Trotsyshyna. Presents the characteristics of the DAC and ADC with higher resolution, at a constant number of resistors. Put forward the idea of building a DAC and ADC with programmable characteristic transformation.

Keywords: divider attenuator of Trotsyshyn, DAC, ADC conversion characteristics

Вступ

Будь яка сучасна система оброблення інформації використовує ЦАП і АЦП перетворення які є обов'язковими елементами що пов'язують аналогові та цифрові засоби і системи. Існуючі ЦАП і АЦП побудовані на принципах двійкової арифметики і поділяються на дві групи: паралельної і послідовної дії, та відповідно використовують структури з подільників R-2R (послідовної дії), або подільника Кельвіна (паралельної дії). Сучасна вимірювальна техніка, метрологія та приладобудування мають принципове обмеження і в рамках сучасних уявлень принципово не допускають одночасного підвищення і точності і швидкодії вимірювального цифрового перетворення.

В рамках теорії ФЧВ і ПР авторам проекту вдалося довести і практично досягнути значного збільшення (в 10-100 разів), і покращити суперечливий параметр ТОЧНІСТЬ x ШВИДКОДІЯ ВИМІРЮВАНЬ саме для фазочастотних параметрів радіосигналів [1-5].

Враховуючи, що в основі досягнутих унікальних результатів є заміна у використанні самої "ідеології" до процедури вимірювального перетворення та поняття шкали вимірювання, як із цілими так і дробовими поділками, які опираються на квантовані значення матриці можливих вимірювальних значень [1-5].

Тому, очевидно є можливість створення єдиної теорії вимірювального цифрового перетворення фізичних величин для розв'язання принципової проблеми одночасного підвищення параметру ТОЧНІСТЬ x ШВИДКОДІЯ ВИМІРЮВАНЬ.

Предмет та об'єкт дослідження: Теорія та практика і метрологічні аспекти вимірювальних перетворень фізичних (електричних та неелектричних) величин;

- Процеси та процедури здійснення аналого-цифрового перетворення реальних значень фізичних (електричних та неелектричних) у вимірювальних приладах;

Метою дослідження – є створення єдиної методологічної системи нових, саме "ідеологічних", підходів до розв'язання головної проблеми вимірювальної техніки і метрології: – одночасного підвищення і точності і швидкодії вимірювальних приладів різних фізичних величин (електричних та неелектричних).

Основна частина

Аксіомою є ті особливості, що для перетворювачів на основі R-2R кількість точок шкали двійкового перетворення буде визначатись як: $n_{R-2R} = 2^k$, де k – кількість ланок R-2R, або ж для 16 R-2R матриці:

$$n_{R-2R} = 2^k = 65536 \approx 64k.$$

Для подільника Кельвіна із N_R послідовно включених резисторів однакового номіналу: $n_{Kelvin} = N_R$, або для $N=256$ резисторів $n_{Kelvin} = 256$. Значення $k = 16(n_{R-2R} = 65k)$ і $N = 256(n_{Kelvin} = 256)$ є практичними межами визначають відповідно діапазони шкал послідовного і паралельного перетворення, і породили постулат, що добуток швидкодії та точність (роздільну здатність = $1/n$ шкали) є величина постійна. Так для R-2R – технологічно неможливо забезпечити точність відхилення номіналів краще $\delta \leq 1/2^{15} \approx 0,03\%$, та рівнем шумів подільника. Для подільника Кельвіна, коефіцієнт ділення рівний N, і молодший розряд є на рівні шумів при $N > 256$, крім того кількість високоточних резисторів у 512 або 1024 технологічно знаходяться за межами інтегральних мікросхем. Структурні методи збільшення роздільної здатності (багатоканальні, багатофазні, інтерполяційні тощо, або збільшення швидкодії (конвеєрні тощо) потребують мінімум в M разів збільшення кількості елементів перетворювачів.

Раціональним виходом із вказаного тупика створеного постулатом – точність x швидкодія = константа, є використання принципів Квантової теорії вимірювального перетворення (КТВП), яке найбільш наглядно демонструє Атенуатор-подільник Троцишина (АПТ) рис. 1 [2,6]. Так для АПТ_8R, характеристика

перетворення з $n=22$ точки буде мати вигляд рис. 2.

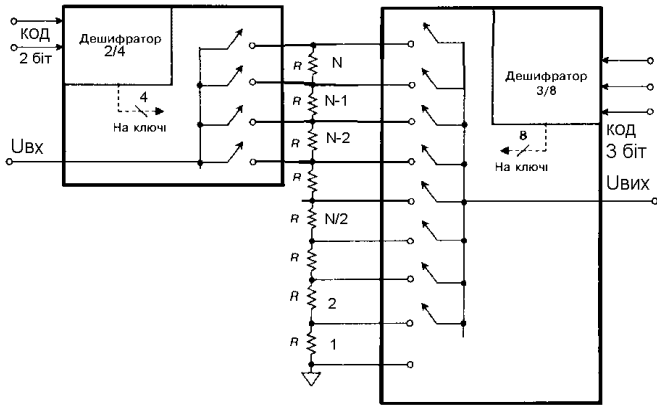


Рис. 1. Атенюатор-подільник Троцишина (АПТ-8)

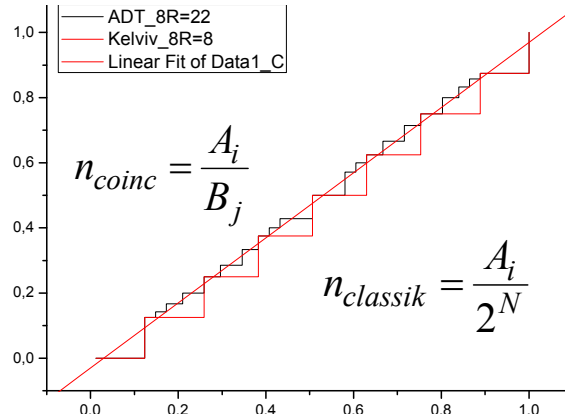


Рис. 2. Порівняння шкал перетворення АПТ і класичної

В той же час подільник Кельвіна забезпечує передавальну характеристику $Kelvin=8$. Аналітично моделей вказаних перетворень приведено на рис. 2.

Особливо вражаючі результати дають модифікації АПТ які отримали назви: (супер, дельта-сігма, комбі) $n_{super_8} = 166$, $n_{D_S_8} = 169$, $n_{comby_8} = 247$, характеристики приведено на рис. 3 разом із моделями. Цікавою є залежність кількості квантових точок для методу коінциденції залежно від розрядності представлення результату [2-5].

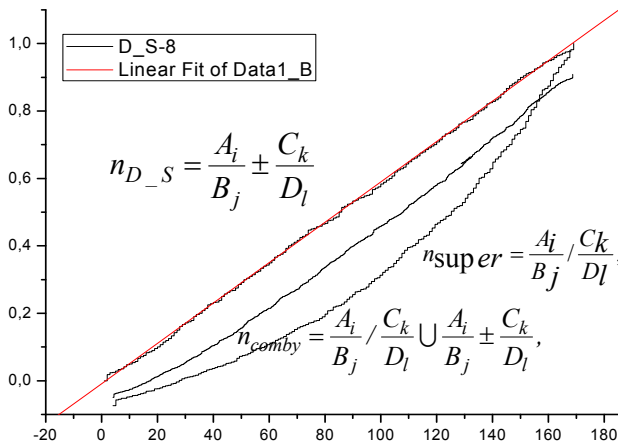


Рис. 3. Порівняння шкал перетворення КТВП

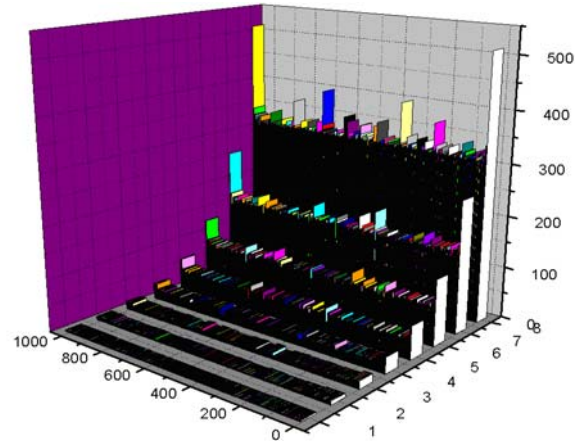


Рис. 4. Динаміка зростання точок шкали коінциденції

В основі методології побудови Квантової теорії вимірювань (КТВ) лежить принцип що значення цифрової шкали вимірювального перетворення визначаються набором всіх можливих (квантованих) значень, які можуть бути реалізовано за даного порівняння багатозначної міри і багатоступінчастого подільника вхідної величини – так званий метод коінциденції, а не на підставі інших шляхів, наприклад, вибору двійкової шкали, рівномірності кроку квантування, лінійності шкали тощо. Такі (класичні) методи вимірювань забезпечують певну зручність у використанні результатів, натомість значна кількість квантованих значень які можуть бути отримано при використанні тих же зразкових елементів не використовуються, що в багатьох випадках призводить до втрати як роздільності заданості так швидкодії вимірювального перетворення в 10-100 разів, і в багатьох випадках призводять до парадоксів. Рациональним виходом із вказаного тупика створеного постулатом – точністьшвидкодія = константа, є використання принципів Квантової теорії вимірювального перетворення (КТВП), яке найбільш наглядно демонструє Атенюатор-подільник Троцишина (АПТ). Квантовий підхід до вимірювання амплітудних параметрів реалізується шляхом побудови Атенюатора-подільника Троцишина (АПТ), який полягає у використанні кодокерованої комутації точок проміжних з'єднань лінійки N послідовно з'єднаних резисторів однакового номіналу, в якій на верхній (крайній вивід лінійки резисторів) подається вхідна напруга, а нижній (крайній вивід лінійки резисторів) підключено до спільного виводу атенюатора-подільника (подільника Кельвіна), відрізняється тим що, для збільшення кількості квантованих точок вихідних значень шкали АП, до значень більших за N (подільника Кельвіна), вхідний сигнал кодокеровано подається на виводи (точки з'єднання) починаючи з верхньої N і наступних вниз до $N/2$, при цьому комутація вхідної напруги на верхній вивід N реалізує класичну шкалу перетворення із N значеннями, а використовуючи наступні проміжні точки $N-1$ і до $N/2$ отримуємо, окрім наявних N , ще додаткові квантовані значення шкали перетворення

$$N_i = \text{mod}_{\leq 1,000} \left\{ \frac{A_j}{B_k} \right\}, j, k \in 1 \div N. [2].$$

Висновки

Використання принципів КТВП із використанням АПТ дає можливість одночасно збільшувати і точність і швидкодію ЦАП і АЦП, у порівнянні із двійковими у $\sim 2^{k-2}$ (для методу коінциденції), або ж навіть у $\sim 2^{2k-4}$ (для дельта-сігма, супер, комбі). Як наслідок практичного застосування FLESH_256 можливо реалізувати всього на двох АПТ_10R, а роздільну здатність у $2^{-18 \div 19}$ забезпечують лише два АПТ_64R, що недосяжно будь якими іншими методами.

Найбільш ефективними будуть інвестиції у створення і освоєння серійного випуску універсальних МІКРОСХЕМ ПРОГРАМОВАНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЦАП-АЦП на одному кристалі, які зможуть витіснити із ринку багатотисячну номенклатуру класичних ЦАП і АЦП, які необхідно кожен раз підбирати для конкретної розробки, і принципово не допускають не лише перепрограмування, а і одночасного збільшення, і точності (роздільної здатності) і часу вимірювального перетворення.

Література

1. Троцишин І.В. Шляхи підвищення роздільної здатності шкали вимірювального перетворення ЦАП і АЦП / І.В.Троцишин, О.П.Войтюк, Н.І.Троцишина // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.. – 2010. – № 2. – С236-242.
2. Ivan.V. Trotsyshyn. Attenuator-divider of trotsyshyn as a representative of principles of quantum theory of amplitude signal parameters measuremen / I. V. Trotsyshyn // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.. – 2011. – № 2. – С36-43.
3. Троцишин І.В. Квантовая теория измерительного преобразования на примере SUPER_ADC / Троцишина Н.И., Кот А.В., Войтюк О.П., Бех С.В., Троцишин І.В // Матеріали 7-ой Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2011», 11 – 15 апреля 2011 г., Севастополь, С. 276-277.
4. Троцишин І.В. Квантова теорія вимірювань: принципи та методи вимірювального перетворення амплітудних параметрів сигналів / Троцишин І.В // Матеріали V ої Міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування СПРТП-2011», 19 – 21 травня 2011 року, м. Вінниця. – С.143-144.
5. Attenuator-divider of Trotsyshyn as a representative of principles of quantum theory of amplitude signal parameters measuremen / I. Trotsyshyn, L. Trotsyshyna, N. Trotsyshyna // Матеріали V ої Міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування" СПРТП-2011, 19 – 21 травня 2011 року м. Вінниця. – С. 145-146
6. Троцишин І.В. Спосіб побудови атенюатора-подільника Троцишина. Патент України 100581. МПК (2013.01) G01R 15/00 G06G 7/16 (2006.01) G11C 8/00 H02M 3/06 (200), Опубліковано 10.01.2013, Бюл.№ 1

Надійшла до редакції
22.1.2013 р.